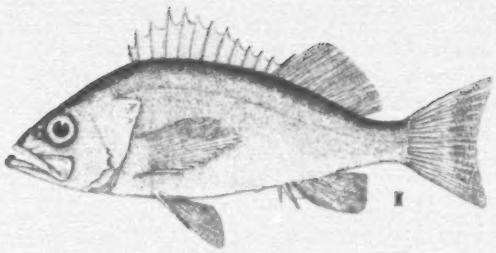
Pêches et Océans Canada
Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans
Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique
Avis scientifique 2015/010

ÉVALUATION DU STOCK DE SÉBASTES À QUEUE JAUNE (*SEBASTES FLAVIDUS*) POUR LE LITTORAL DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE, AU CANADA



Sébaste à queue jaune (Sebastes flavidus). Source : D.R. Harriott, dans Hart, J.L., 1973, Pacific fishes of Canada, Bull. Fish. Res. Bd. Can. 80.

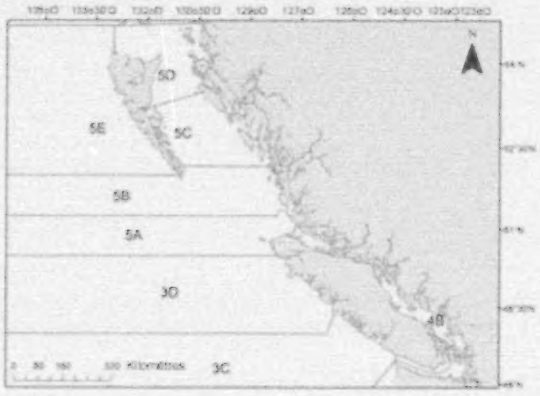


Figure 1. Principales zones de la Commission des pêches maritimes du Pacifique. La présente évaluation couvre la zone 3C (stock frontalier) ainsi que les zones 3D et 5A-E (stock côtier). La zone 4B n'est pas évaluée.

Contexte

Le sébaste à queue jaune est actuellement l'espèce de scorpènes (Sebastes) présentant le deuxième total autorisé des captures (TAC) monospécifique le plus élevé dans le cadre de la gestion par quota le long de la côte ouest du Canada. En général, cette espèce est pêchée dans des quantités égales (par poids) par des chaluts de fond et des chaluts pélagiques. Nous présentons ici les principaux résultats de la première évaluation du stock de sébastes à queue jaune depuis 1998. La Direction générale de la gestion des pêches a demandé un avis sur l'état du stock et le niveau de prises afin d'éclairer les décisions de gestion et d'évaluer la cohérence avec le Cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.

Le présent avis scientifique découle de la réunion des 18 et 19 novembre 2014 sur l'Évaluation du stock du sébaste à queue jaune (Sebastes flavidus) en Colombie-Britannique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Canada

SOMMAIRE

- Le sébaste à queue jaune est une composante importante de la pêche plurispécifique et à engins multiples de poissons de fond en Colombie-Britannique (C.-B.). Il s'agit de la deuxième espèce de scorpènes la plus pêchée dans les chaluts pélagiques et les chaluts de fond en matière de quantité débarquée, après le sébaste à longue mâchoire (*Sebastes alutus*). En outre, il s'agit également d'une espèce capturée de façon fortuite dans le cadre de la pêche au chalut pélagique visant le merlu du Chili (*Merluccius productus*).
- La population de la Colombie-Britannique est évaluée en tant que stock unique au moyen d'un modèle statistique des deux sexes fondé sur les prises selon l'âge. Les intrants du modèle comprennent : les prises historiques reconstituées, débutant en 1940; un type d'engin (chalut de fond + chalut pélagique); les indices d'abondance relative indépendants de la pêche calculés à partir de six relevés au chalut de fond répartis sur 40 ans; et les données sur la composition par âge tirées de sources commerciales et scientifiques. Ce modèle est intégré dans un cadre bayésien afin de quantifier les incertitudes entourant les quantités estimées et les paramètres de gestion.
- La biomasse du stock reproducteur (femelles matures seulement) au début de 2015 (B_{2015}) est estimée à 0,50 (0,30-0,76) de la biomasse du stock reproducteur non exploitée (B_0); les chiffres traduisent les estimations médianes (et les percentiles 5-95) de l'évaluation bayésienne concernant l'incertitude entourant les paramètres. En outre, la valeur B_{2015} est estimée à 2,20 (1,12-4,41) fois la biomasse à l'équilibre dans une condition de production maximale soutenable, B_{PMS}.
- Les prévisions de l'état du stock, par rapport aux résultats relatifs à la biomasse dans des conditions de PMS, à la biomasse non exploitée, à la biomasse minimale et à la biomasse actuelle, sont présentées. Ces résultats comprennent les points de référence provisoires tirés du cadre décisionnel (MPO, 2009), c'est-à-dire un point de référence limite provisoire de $0,4B_{PMS}$ et un point de référence supérieur de $0,8B_{PMS}$. En ce qui concerne la côte de la C.-B., nous estimons que la valeur B_{2015} pourrait être supérieure à $0,4B_{PMS}$ avec une probabilité de 1, et supérieure à $0,8B_{PMS}$ (c'est-à-dire se situer dans la zone saine) avec une probabilité de 0,995. Le rapport entre le taux d'exploitation en 2014 et celui qui est associé à la production maximale soutenable s'établit à 0,4.
- Les conseils à la direction sont présentés sous la forme de tables de décision utilisant des projections sur dix années, de 2016 à 2025, pour une fourchette de prises annuelles constantes comprise entre 0 et 6 000 t. Des prises annuelles proches de la moyenne observée récemment sur cinq années (2009-2013), soit 4 333 t, devraient entraîner un déclin progressif de la population au cours de la période de prévision.
- D'autres scénarios de modèle ont étudié les effets suivants :
    (a) distinction des données pour les chaluts pélagiques et les chaluts de fond;
    (b) intégration du relevé de pêche à la crevette au chalut mené sur la côte ouest de l'île de Vancouver;
    (c) augmentation des prises de sébaste à queue jaune au cours d'une période pendant laquelle les prises réelles étaient incertaines;
    (d) doublement de l'écart-type concernant la distribution préalable utilisée pour estimer le paramètre de mortalité naturelle.

INTRODUCTION

Le sébaste à queue jaune est une composante importante de la pêche plurispécifique et à engins multiples de poissons de fond en Colombie-Britannique (MPO 2014). Cette espèce avait fait l'objet d'une évaluation exhaustive en 1997, mise à jour en 1998 (Stanley et Haist 1997; Stanley 1998; DFO 1999). Le sébaste à queue jaune est la deuxième espèce de scorpènes la plus pêchée par des chaluts pélagiques et des chaluts de fond, après le sébaste à longue mâchoire. Il s'agit également d'une espèce capturée de façon fortuite dans le cadre de la pêche au chalut pélagique visant le merlu du Chili. L'aire de répartition du sébaste à queue jaune s'étend de La Jolla, en Californie, à l'île Unalaska, dans les aléoutiennes; les populations soumises à la pêche commerciale s'étendent du centre de la Californie au sud de l'Alaska, le centre de l'aire de répartition se situant entre l'Orégon et la Colombie-Britannique.

Dans les eaux de la Colombie-Britannique, Pêches et Océans Canada (MPO) assure la gestion du sébaste à queue jaune dans le cadre de deux zones de stock. Le stock côtier comprend les eaux situées au nord du centre de l'île de Vancouver (Commission des pêches maritimes du Pacifique [CPMP], zones 3D. 5A-E, Figure 1), tandis que le stock frontalier comprend les eaux situées au large du sud de l'île de Vancouver (CPMP, zone 3C, Figure 1). Aucun fondement biologique connu n'a été utilisé pour situer la limite des aires du stock au centre de l'île de Vancouver; cette division a été établie dans le but de faciliter la gestion de l'espèce. Par conséquent, l'évaluation de 2014 aborde la population de Colombie-Britannique en tant que population unique. Les principales zones de la CPMP utilisées dans l'évaluation du stock sont semblables à celles utilisées par l'Unité de gestion des poissons de fond au sein de Pêches et Océans Canada (MPO).

Les prises annuelles moyennes le long de la côte (moyenne sur la période 2009-2013) se chiffrent à 1 041 t pour le stock frontalier, à 3 291 t pour le stock côtier, et à 4 332 t pour l'ensemble de la côte (Figure 2). Les totaux autorisés des captures (TAC) dans ces zones s'élevaient respectivement à 1 006 t, à 3 464 t et à 4 471 t entre 2006 et 2014. À l'heure actuelle, le secteur de la pêche au chalut se voit attribuer 98,91 % du quota annuel de pêche du sébaste à queue jaune, tandis que les 1,09 % restants sont alloués au secteur de la pêche à la ligne ZN.

La répartition selon la profondeur du sébaste à queue jaune, exprimée en fonction de 90 % des traits effectués par la pêche commerciale au moyen de chaluts pélagiques ou de chaluts de fond qui capturent cette espèce, est comparable entre les régions côtières – 3CD (engin de fonds : 102-247 m, engin pélagique : 128-653 m), 5ABC (engin de fonds : 93-258 m, engin pélagique : 137-296 m), 5DE (engin de fonds :70-274 m, engin pélagique : 122-231 m). Les tranches d'eau des chaluts pélagiques sont souvent confondues avec les traits en eaux profondes qui capturent l'espèce d'intérêt au moment du déploiement ou de la récupération des filets, au lieu de tenir compte de la profondeur de trait visée.

Le principal défi à relever dans le cadre de l'évaluation du sébaste à queue jaune dans les eaux canadiennes et des États-Unis est le manque d'indices fiables concernant l'abondance des stocks. Cette espèce réside habituellement à proximité du fond, mais est souvent observée dans la colonne d'eau et, par conséquent, pourrait ne pas être représentée de manière fiable par les divers relevés au chalut de fond menés le long de la côte. L'erreur d'échantillonnage des relevés concernant l'estimation de la biomasse relative est généralement importante, avec des coefficients de variation dépassant souvent 50 % et pouvant atteindre 90 %. D'autres engins de relevé (comme les palangres et les casiers) ne sont pas efficaces pour capturer le sébaste à queue jaune, et aucun relevé au chalut pélagique ni aucune série chronologique calculée à partir de mesures acoustiques permettant d'évaluer l'abondance de cette espèce ne sont disponibles.

ÉVALUATION

Un modèle statistique annuel des deux sexes fondé sur les prises selon l'âge a été utilisé pour :

(i) les prises historiques reconstituées, débutant en 1940;

(ii) les indices d'abondance relative indépendants de la pêche calculés à partir de six relevés au chalut de fond répartis sur 48 ans (de 1967 à 2014); et

(iii) les données sur la composition par âge tirées de sources commerciales et scientifiques sur 34 ans (de 1980 à 2013).

Une approche bayésienne a été utilisée pour permettre la caractérisation de l'incertitude modélisée avec la méthode de Monte-Carlo par chaîne de Markov (MCCM) pour une estimation de la distribution de probabilité a posteriori concernant les paramètres directeurs et calculés du modèle. Les paramètres directeurs estimés par le modèle comprennent les paramètres stock-recrutement, la mortalité naturelle (de façon indépendante pour les femelles et pour les mâles), les coefficients de capturabilité associés aux six séries de relevés ainsi que les paramètres de sélectivité propres aux sexes afférents aux données sur les pêches commerciales et aux trois séries de relevés pour lesquelles nous disposons de données sur les âges. Les intrants fixes au modèle comprennent les renseignements relatifs à la croissance et à la maturité, ainsi que les paramètres de sélectivité pour les trois autres séries de relevés.

Les estimations des paramètres directeurs du modèle ont été utilisées pour reconstituer des quantités annuelles déduites de 1940 à 2014, y compris les données sur la biomasse vulnérable (la biomasse susceptible d'être prélevée dans les pêches), la biomasse du stock reproducteur (femelles matures uniquement), le taux d'exploitation semestriel et la structure par âges de la population. Les points de référence en lien avec la biomasse à l'équilibre non exploitée, la biomasse du stock actuel, la biomasse minimale du stock et la biomasse dans une condition de production maximale soutenable (PMS) ont été utilisés pour évaluer l'état du stock actuel et à venir. Des prévisions pour la période 2016-2025 (10 années) ont été réalisées pour une fourchette de prises annuelles constantes en vue d'estimer les probabilités de dépassement des points de référence par la biomasse du stock reproducteur au cours de chacune des années à venir. L'incertitude associée aux estimations et aux prévisions des paramètres a été calculée à l'aide de 1 000 tirages provenant des cinq millions d'échantillons dérivés de la méthode de MCCM provenant de la distribution de probabilité a posteriori de Bayes; cette incertitude se présente sous la forme d'une médiane et d'un intervalle de crédibilité de 90 % (c.-à-d. les 5^{e}, 50^{e} et 95^{e} centiles).

D'autres scénarios de modèle ont été examinés pour étudier les effets suivants : (a) distinction des données pour les chaluts pélagiques et les chaluts de fond; (b) intégration du relevé de pêche à la crevette au chalut mené sur la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV), qui est la série chronologique la plus longue à disposition pour les scorpènes le long de la côte ouest de la Colombie-Britannique; (c) augmentation des prises de sébastes à queue jaune au cours d'une période de fausses déclarations potentielles; (d) doublement de l'écart-type concernant la distribution préalable utilisée pour estimer le paramètre de mortalité naturelle. Un scénario de référence basé sur une pêche à chalut unique (c.-à-d. engin de pêche combinant un chalut pélagique et un chalut de fond) et des indices d'abondance des stocks calculés à partir de six relevés sur le poisson de fond ont été utilisés pour servir de point de départ pour l'avis sur le prélèvement.

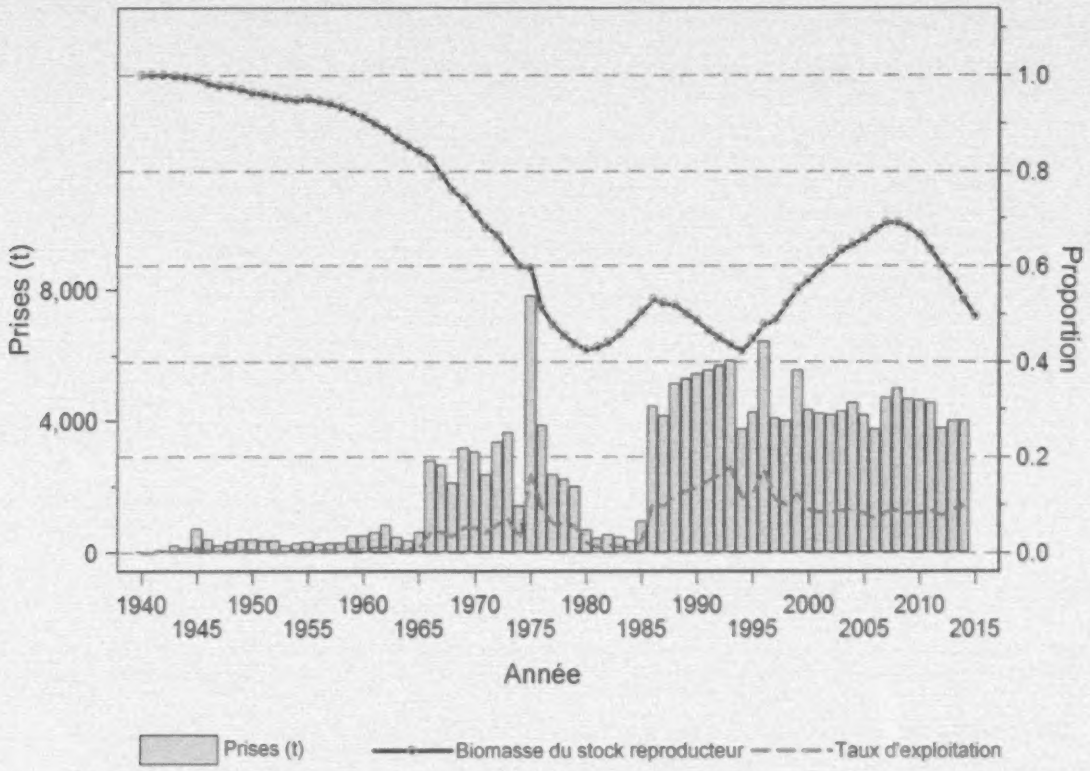


Figure 2. Prises commerciales annuelles (en tonnes, bâtonnets verticaux mis à l'échelle de l'axe de gauche) et estimations médianes de B_t/B_0 (biomasse du stock reproducteur femelle pour l'année t relativement à celle de 1940) et taux d'exploitation u_t (rapport entre les prises totales annuelles et la biomasse vulnérable au milieu de l'année), mis à l'échelle de l'axe de droite. Ces résultats s'appuient sur le scénario de référence.

La Figure 2 montre la série chronologique de l'estimation médiane de la biomasse du stock reproducteur femelle pour l'année *t* relativement à celle de la biomasse du stock reproducteur femelle non exploitée en 1940 (B_t/B_0), le taux d'exploitation médian (u_t) et les prises historiques reconstituées. Les résultats montrent que la biomasse du stock reproducteur a chuté de près de 60 % entre 1940 et 1980, qu'elle s'est rétablie à $0{,}5B_0$ pendant une période de faibles prises au début des années 1980, puis qu'elle a de nouveau décliné avec l'augmentation des pêches canadiennes dans la dernière moitié des années 1980 et le développement d'une pêche ciblée au chalut pélagique. Depuis le milieu des années 1990, les prises sont restées relativement stables, autour de 4 000 t/an, la biomasse reconstituée augmentant jusqu'en 2008 grâce à un recrutement supérieur à la moyenne observée pendant les années 1990. La biomasse du stock reproducteur a baissé après 2008, en raison d'un faible recrutement au début des années 2000, et a atteint une valeur médiane de $0{,}5B_0$ en 2015.

Les estimations des principaux paramètres du modèle et les quantités présentant un intérêt pour la gestion concernant le scénario de référence sont fournies au Table 1. En particulier, l'estimation de B_{2015}/B_0, soit le rapport entre la biomasse du stock reproducteur actuelle (B_{2015}) et B_0, se chiffre à 0,495 (de 0,298 à 0,755), ce qui signifie que la population exploitée actuellement représente environ 50 % de la population non exploitée à l'équilibre estimée en 1940. Les taux d'exploitation sont restés constants depuis 2000, le taux d'exploitation pour l'année 2014 (soit la dernière année de la reconstitution du stock), ou u_{2014}, étant estimé à 0,098

(de 0,054 à 0,174). La production maximale soutenable (PMS) est estimée à 4 299 t (de 3 131 à 6 430 t).

Table 1. Centiles de 1 000 échantillons dérivés de la méthode de MCCM des distributions a posteriori concernant le scénario de référence pour certaines conditions modélisées et certains paramètres de gestion. La biomasse vulnérable et le taux de récolte représentent des pêches commerciales. Les valeurs de la biomasse (et de la PMS) sont exprimées en tonnes métriques. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2009 à 2013) s'élèvent à 4 333 t. Définitions : B_0 – biomasse du stock reproducteur à l'équilibre non exploitée (femelles matures), V_0– valeur semestrielle de la biomasse vulnérable à l'équilibre non exploitée (mâles et femelles), B_{2015} – biomasse des femelles reproductrices au début de 2015, V_{2014} – biomasse vulnérable au milieu de 2014, u_{2014} – taux d'exploitation (rapport entre les prises totales et la biomasse vulnérable) au milieu de 2014, u_{max} – taux d'exploitation maximal entre 1940 et 2014, B_{PMS} – biomasse du stock reproducteur à l'équilibre à la $_{PMS}$ (production maximale soutenable), u_{PMS} – taux d'exploitation à l'équilibre à la B_{PMS}, V_{PMS} – biomasse vulnérable à l'équilibre à la B_{PMS}.

	Centiles du scénario de référence		
Valeur	**5 %**	**50 %**	**95 %**
B_0	31 256	36 787	46 282
V_0	68 984	81 500	101 725
B_{2015}	9 901	18 390	33 677
V_{2014}	20 023	37 526	69 071
B_{2015}/B_0	0,298	0,495	0,755
V_{2014}/V_0	0,275	0,464	0,714
u_{2014}	0,054	0,098	0,174
u_{max}	0,134	0,182	0,23
PMS	3 131	4 299	6 430
B_{PMS}	4 989	8 293	12 984
0,4 B_{PMS}	1 996	3 317	5 194
0,8 B_{PMS}	3 991	6 635	10 387
B_{PMS}/B_{2015}	1,120	2,199	4,406
B_{PMS}/B_0	0,140	0,226	0,315
V_{PMS}	9 684	17 722	28 396
V_{PMS}/V_0	0,116	0,220	0,310
u_{PMS}	0,128	0,245	0,582
u_{2014}/u_{PMS}	0,139	0,402	1,004

Points de référence

Les avis à l'intention des gestionnaires sont présentés sous la forme d'une série de tables de décision et de chiffres connexes (tables 2-5 et figures 3 et 4) qui décrivent les probabilités de dépassement des points de référence : le point de référence limite (PRL) et le point de référence supérieur (PRS) définis par le MPO, la biomasse à la production maximale soutenable (B_{PMS}), la biomasse d'équilibre non exploitée du stock reproducteur (B_0), le taux d'exploitation en fonction de la B_{PMS}, la biomasse minimale historique (B_{min}) et la biomasse à la fin de la reconstitution (B_{2015}) – pour la période de 2016 à 2025, selon une fourchette de prises annuelles constantes.

Les tables de décision rapportées ici s'appuient sur le scénario de référence et indiquent la probabilité de dépassement des résultats d'intérêt escomptés pour les gestionnaires des pêches :

- la probabilité que la biomasse du stock reproducteur à venir, B_t, soit supérieure à 40 %, à 80 % et à 100 % de la valeur B_{PMS}
  $P(B_t > \{0,4, 0,8, 1,0\}B_{PMS})$ pour la période $2016 \leq t \leq 2025$ (Table 2);
- la probabilité que le taux d'exploitation à venir, u_t, soit supérieur à la valeur u_{PMS}
  $P(u_t > u_{PMS})$ pour la période $2015 \leq t \leq 2025$ (Table 3);
- la probabilité que la biomasse du stock reproducteur à venir, B_t, soit supérieure à 20 % et à 40 % de la valeur B_0
  $P(B_t > \{0,2, 0,4\}B_0)$ pour la période $2016 \leq t \leq 2025$ (Table 4);

  la probabilité que la biomasse du stock reproducteur à venir, B_t, soit supérieure à la valeur B_{min}
  $P(B_t > B_{min})$ pour la période $2016 \leq t \leq 2025$ (Table 5);
- la probabilité que la biomasse du stock reproducteur à venir, B_t, soit supérieure à la valeur B_{2015}
  $P(B_t > B_{2015})$ pour la période $2016 \leq t \leq 2025$ (Table 5).

La Figure 3 montre les estimations médianes et les intervalles de crédibilité de 90 % pour B_t/B_0, jumelés aux points de référence décrits ci-dessus. En ce qui concerne le modèle de référence (engin unique, relevé sur le poisson de fond uniquement), on estime que les effectifs au début de 2015 se situent au-dessus du point de référence limite provisoire du MPO (2009), avec une probabilité $P(B_{2015} > 0,4\ B_{PMS}) = 1$, et au-dessus du point de référence supérieur provisoire, avec une probabilité $P(B_{2015} > 0,8\ B_{PMS}) = 0,995$ (Table 2).

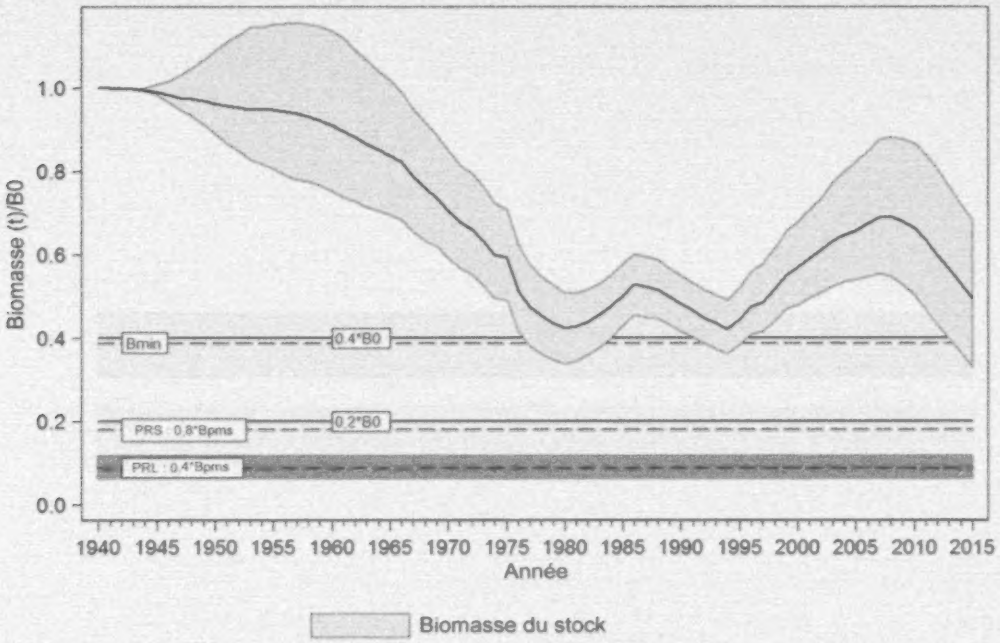


Figure 3. Médiane a posteriori estimée et intervalles de crédibilité de 80 % pour la biomasse des femelles reproductrices (B_t) par an, relativement à la valeur B_0 pour le sébaste à queue jaune (enveloppe grise avec la ligne médiane noire). La figure indique également, en fonction de la valeur B_0 : les médianes a posteriori estimées (lignes pointillées) ainsi que les intervalles de crédibilité de 80 % pour les points de référence en matière de PMS (PRL : point de référence limite = $0,4B_{PMS}$ en rouge; PRS : point de référence supérieur = $0,8B_{PMS}$ en jaune) et les points de référence en matière de biomasse minimale (B_{min}) tirés des valeurs a posteriori de B_t de la méthode de MCCM. Les niveaux de référence de $0,2B_0$ et de $0,4B_0$ apparaissent sous la forme de lignes noires pleines dans la zone consacrée à la valeur B_0.

Un second volet de la règle de pêche provisoire établie par le MPO (2009) concerne la relation entre le taux d'exploitation (u_t) et le taux qui est associé à la valeur B_{PMS} dans des conditions d'équilibre (u_{PMS}). La règle précise que le taux d'exploitation ne doit pas dépasser u_{PMS} lorsque le stock se trouve dans la zone saine. Il faut réduire les volumes de prises lorsque le stock se trouve dans la zone de prudence et conserver les prises au plus faible niveau possible lorsqu'il se trouve dans la zone critique. Pour le scénario de référence, le rapport estimé de u_{2014}/u_{PMS} (Table 1), qui doit être inférieur à 1, se chiffre à 0,40 (de 0,14 à 1,00). La probabilité pour que le taux d'exploitation actuel dépasse celui qui est associé avec la valeur B_{PMS} est la suivante : $P(u_{2014} > u_{PMS}) = 0,052$ (Table 5).

Résultats des prévisions et tables de décision

La biomasse du stock reproducteur est estimée pour une période de 10 ans, de 2016 à 2025, en vertu d'une politique de prises annuelles constantes (Figure 4). Les prises annuelles sont appliquées par paliers de 500 t, de 0 à 6 000 t. L'incertitude dans les prévisions est générée à partir de 1 000 échantillons pour chacun des paramètres de modèle dérivés de la distribution a posteriori de la méthode de MCCM, lesquels sont utilisés pour calculer les estimations de la biomasse du stock reproducteur pour chaque année (2016-2025), en vertu de la politique de prises, en commençant par les valeurs de biomasse et de structure d'âge calculées pour 2015 (la biomasse estimée à partir de la dernière année de reconstitution du modèle). Cette procédure produit 1 000 prévisions de la biomasse du stock reproducteur, à savoir une

évaluation approximative de la distribution a posteriori de la biomasse du stock reproducteur pour chaque année comprise entre 2016 et le début de l'année 2025. Pour une majeure partie de la période de prévision, les recrutements dépendent des poissons nés avant 2015. Des prises annuelles de 4 500 t ou plus devraient entraîner une chute de la biomasse du stock reproducteur au cours de la période de prévision (Figure 4).

Les résultats des prévisions en fonction d'une fourchette de prises annuelles constantes sont présentés pour divers points de référence sous forme de tables de décision : la Table 2 pour la biomasse dans des conditions de PMS, la Table 3 pour le taux d'exploitation dans des conditions de PMS, la Table 4 pour la biomasse d'équilibre non exploitée du stock reproducteur et la Table 5 pour la biomasse reconstituée minimale (en 1994) et la biomasse actuelle estimée (à partir de 2015). Les tables de décision indiquent les probabilités que la biomasse du stock reproducteur dépasse des points de référence donnés pour chaque année de prévision, en fonction d'une fourchette de prises annuelles constantes comprise entre 0 et 6 000 t.

À titre d'exemple d'interprétation de ces tables, la probabilité que le stock de sébastes à queue jaune sur l'ensemble de la côte se trouve dans la zone saine provisoire du MPO en 2025, en vertu d'une stratégie de prises constantes de 4 500 t/an est estimée comme suit : $P(B_{2025} > 0{,}8B_{PMS}) = 0{,}843$ (correspondant à la ligne « 4 500 » à la colonne « 2025 » de la Table 2). Les points de référence autres que ceux qui s'appuient sur la PMS sont également présentés. Par exemple, si l'objectif de gestion consiste à éviter d'atteindre la biomasse minimale historique à la fin d'une période de 5 années (2020), avec une probabilité de 50 %, un niveau de prises de 4 500 t/an est alors indiqué. Si la probabilité souhaitée passe à au moins 90 %, un niveau de prises de 1 500 t/an est alors indiqué.

Les résultats du modèle statistique fondé sur les prises des deux sexes laissent entendre que le stock de sébastes à queue jaune sur l'ensemble de la côte se trouvait dans la zone saine de 1940 à 2015 (Figure 3). Les tables de décision en matière de PMS indiquent qu'au niveau de prise actuel (environ 4 300 t), il est très probable (probabilité > 86 %) que le stock demeure dans la zone saine au cours des cinq prochaines années (Table 2). L'analyse de la Table 5 indique que la probabilité de voir la biomasse des femelles reproductrices dépasser la biomasse actuelle dans cinq ans se chiffre à 0,21 (c.-à-d. il y a 79 % de possibilité que la valeur B_{2020} soit inférieure à la valeur B_{2015}).

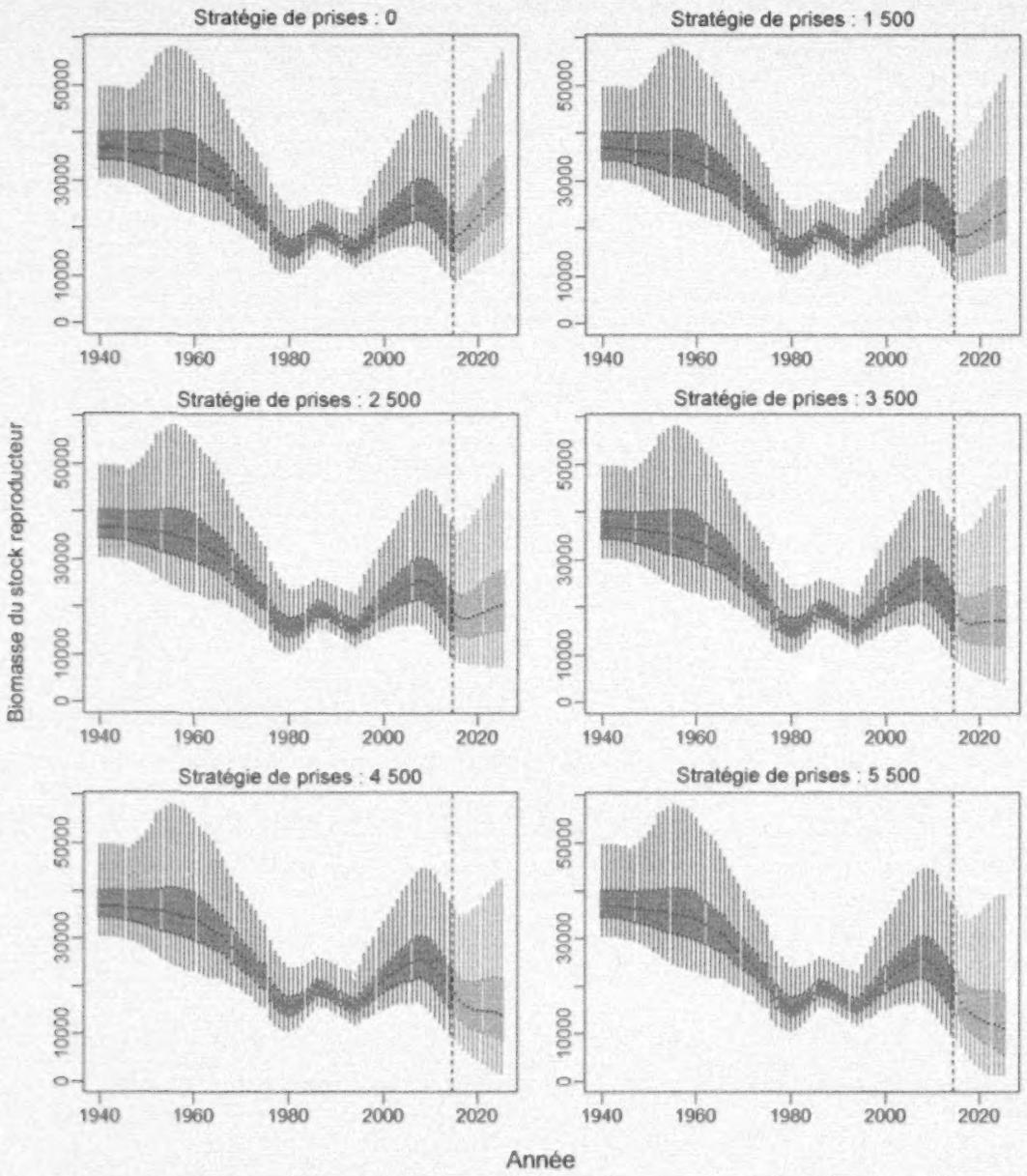


Figure 4. Biomasse du stock de sébastes à queue jaune reproducteur prévu (t) pour les stratégies de prises annuelles constantes choisies (t) dans le cadre du scénario de référence (pêche unique, relevé sur le poisson de fond uniquement). Les diagrammes de quartile montrent les centiles 2,5, 25, 50, 75 et 97,5 de la biomasse du stock reproducteur, d'après 1 000 échantillons dérivés de la méthode de MCCM des distributions a posteriori. Pour chacun des 1 000 échantillons dérivés de la méthode de MCCM des distributions a posteriori, le modèle a été appliqué vers l'avenir (partie rouge, avec des médianes en noire) avec une prise constante, et le recrutement a été simulé à partir de la fonction stock-recrutement avec des erreurs lognormales. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2009 à 2013) s'élèvent à 4 333 t.

Table 2. Tables de décision pour les points de référence basés sur la PMS – probabilité que la valeur prévue de B_t (t = 2016-2025) dépasse les proportions précisées pour la valeur B_{PMS} en fonction d'une fourchette de prises annuelles constantes (en tonnes), où B_{2015} correspond à la biomasse au début de l'année à la fin de la reconstitution du modèle. Les probabilités représentent la part des 1 000 échantillons dérivés de la méthode de MCCM des distributions a posteriori pour laquelle la biomasse du stock reproducteur au cours de l'année de prévision (t) dépasse le résultat escompté. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2009 à 2013) s'élèvent à 4 333 t.

$P(B_t > 0{,}4B_{PMS})$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,999
3 000	1	1	1	1	1	1	0,999	0,997	0,996	0,995	0,994
3 500	1	1	1	1	1	0,998	0,996	0,993	0,991	0,990	0,987
4 000	1	1	1	1	0,998	0,994	0,991	0,989	0,985	0,977	0,968
4 500	1	1	1	0,998	0,996	0,990	0,986	0,977	0,965	0,951	0,944
5 000	1	1	1	0,998	0,989	0,985	0,970	0,957	0,940	0,926	0,910
5 500	1	1	0,999	0,993	0,984	0,969	0,948	0,931	0,909	0,885	0,863
6 000	1	1	0,999	0,991	0,974	0,951	0,928	0,903	0,877	0,837	0,799
$P(B_t > 0{,}8B_{PMS})$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0,995	0,999	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	0,995	0,999	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	0,995	0,998	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 500	0,995	0,996	0,997	0,998	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	0,998	0,998
2 000	0,995	0,994	0,995	0,993	0,994	0,994	0,993	0,993	0,993	0,993	0,992
2 500	0,995	0,994	0,991	0,990	0,990	0,989	0,989	0,988	0,987	0,986	0,983
3 000	0,995	0,993	0,986	0,984	0,981	0,984	0,985	0,982	0,977	0,972	0,967
3 500	0,995	0,990	0,982	0,977	0,971	0,969	0,957	0,953	0,955	0,943	0,936
4 000	0,995	0,987	0,978	0,967	0,960	0,946	0,942	0,933	0,921	0,904	0,891
4 500	0,995	0,985	0,972	0,961	0,941	0,928	0,915	0,892	0,874	0,857	0,843
5 000	0,995	0,983	0,969	0,948	0,922	0,903	0,872	0,849	0,836	0,803	0,776
5 500	0,995	0,981	0,960	0,929	0,905	0,868	0,833	0,810	0,771	0,736	0,708
6 000	0,995	0,981	0,949	0,910	0,876	0,829	0,790	0,741	0,702	0,666	0,637
$P(B_t > B_{PMS})$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0,977	0,984	0,990	0,997	0,999	1	1	1	1	1	1
500	0,977	0,983	0,983	0,991	0,994	0,996	0,998	0,999	0,999	0,999	0,999
1 000	0,977	0,981	0,981	0,988	0,990	0,993	0,994	0,996	0,997	0,998	0,998
1 500	0,977	0,977	0,976	0,980	0,984	0,988	0,990	0,990	0,990	0,989	0,990
2 000	0,977	0,975	0,973	0,972	0,972	0,979	0,982	0,985	0,983	0,980	0,979
2 500	0,977	0,968	0,967	0,967	0,965	0,964	0,962	0,970	0,970	0,966	0,964
3 000	0,977	0,966	0,966	0,959	0,951	0,950	0,947	0,948	0,943	0,939	0,933
3 500	0,977	0,964	0,956	0,947	0,939	0,928	0,927	0,919	0,903	0,896	0,890
4 000	0,977	0,960	0,946	0,928	0,913	0,903	0,881	0,874	0,855	0,852	0,842
4 500	0,977	0,955	0,932	0,905	0,894	0,866	0,852	0,830	0,810	0,797	0,773
5 000	0,977	0,954	0,916	0,886	0,859	0,831	0,806	0,779	0,754	0,724	0,703
5 500	0,977	0,949	0,902	0,864	0,825	0,795	0,756	0,715	0,681	0,653	0,632
6 000	0,977	0,941	0,887	0,838	0,784	0,744	0,695	0,650	0,623	0,593	0,565

Table 3. Table de décision pour la probabilité que la valeur prévue de u_t (t = 2015-2025) dépasse les proportions précisées pour la valeur u_{PMS} en fonction d'une fourchette de prises annuelles constantes (en tonnes), où u_{2015} correspond à la biomasse au milieu de l'année après la fin de la reconstitution du modèle. Se reporter à la Table 2 pour plus de détails.

$P(u_t > u_{PMS})$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 000	0,004	0,004	0,006	0,005	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,006	0,007
2 500	0,015	0,019	0,021	0,021	0,020	0,017	0,015	0,015	0,016	0,016	0,018
3 000	0,030	0,038	0,038	0,042	0,040	0,038	0,040	0,037	0,042	0,048	0,054
3 500	0,051	0,062	0,073	0,072	0,076	0,081	0,086	0,092	0,095	0,107	0,120
4 000	0,076	0,105	0,120	0,129	0,131	0,139	0,151	0,160	0,168	0,183	0,189
4 500	0,107	0,145	0,174	0,206	0,215	0,211	0,226	0,236	0,252	0,263	0,294
5 000	0,142	0,203	0,251	0,273	0,293	0,311	0,322	0,327	0,346	0,369	0,380
5 500	0,194	0,275	0,311	0,348	0,367	0,390	0,406	0,421	0,438	0,460	0,469
6 000	0,247	0,318	0,382	0,420	0,450	0,471	0,486	0,501	0,521	0,538	0,572

Table 4. Tables de décision pour les points de référence basés sur la biomasse du stock reproducteur non exploitée – probabilité que la valeur prévue de B_t (t = 2016-2025) dépasse $0,2B_0$ et $0,4B_0$ en fonction d'une fourchette de prises annuelles constantes (en tonnes), où B_{2015} correspond à la biomasse au début de l'année à la fin de la reconstitution du modèle. Se reporter à la Table 2 pour plus de détails.

$P(B_t > 0,2B_0)$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 500	1	1	1	1	1	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
2 000	1	0,999	0,999	0,998	0,998	0,998	0,997	0,996	0,996	0,996	0,995
2 500	1	0,999	0,998	0,998	0,998	0,995	0,992	0,989	0,987	0,987	0,984
3 000	1	0,999	0,998	0,994	0,989	0,985	0,982	0,981	0,974	0,970	0,964
3 500	1	0,997	0,992	0,988	0,978	0,970	0,963	0,958	0,953	0,949	0,934
4 000	1	0,994	0,986	0,974	0,960	0,947	0,938	0,927	0,914	0,907	0,896
4 500	1	0,991	0,980	0,957	0,939	0,921	0,908	0,888	0,880	0,852	0,826
5 000	1	0,990	0,969	0,943	0,913	0,893	0,873	0,851	0,813	0,782	0,758
5 500	1	0,985	0,955	0,918	0,884	0,856	0,817	0,778	0,743	0,705	0,685
6 000	1	0,983	0,945	0,896	0,861	0,807	0,767	0,710	0,669	0,625	0,597
$P(B_t > 0,4B_0)$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0,766	0,816	0,864	0,903	0,939	0,964	0,982	0,990	0,991	0,993	0,995
500	0,766	0,805	0,833	0,880	0,913	0,937	0,957	0,972	0,979	0,983	0,982
1 000	0,766	0,788	0,814	0,854	0,883	0,907	0,929	0,943	0,954	0,960	0,965
1 500	0,766	0,773	0,792	0,818	0,851	0,870	0,883	0,900	0,908	0,916	0,924
2 000	0,766	0,757	0,752	0,777	0,797	0,821	0,841	0,858	0,864	0,872	0,875
2 500	0,766	0,734	0,714	0,724	0,755	0,769	0,781	0,789	0,797	0,802	0,801
3 000	0,766	0,715	0,686	0,682	0,689	0,702	0,711	0,718	0,722	0,718	0,721
3 500	0,766	0,699	0,655	0,632	0,625	0,632	0,627	0,626	0,628	0,629	0,628
4 000	0,766	0,680	0,621	0,583	0,566	0,552	0,557	0,558	0,562	0,555	0,551
4 500	0,766	0,663	0,594	0,547	0,512	0,498	0,493	0,495	0,494	0,482	0,469
5 000	0,766	0,643	0,564	0,499	0,463	0,449	0,446	0,437	0,419	0,408	0,401
5 500	0,766	0,627	0,537	0,469	0,426	0,404	0,390	0,376	0,360	0,346	0,335
6 000	0,766	0,610	0,508	0,430	0,380	0,368	0,344	0,329	0,311	0,300	0,285

Table 5. Tables de décision pour les points de référence basés sur la biomasse du stock reproducteur – probabilité que la valeur prévue de B_t (t = 2016-2025) dépasse B_{min} en fonction d'une fourchette de prises annuelles constantes (en tonnes), où B_{2015} correspond à la biomasse au début de l'année à la fin de la reconstitution du modèle, et probabilité que la valeur $B_{t=2016-2025}$ dépasse la valeur B_{2015}. Se reporter à la Table 2 pour plus de détails.

$P(B_t > B_{min})$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0,751	0,981	0,985	0,989	0,991	0,996	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
500	0,751	0,953	0,965	0,974	0,981	0,984	0,989	0,987	0,989	0,992	0,993
1 000	0,751	0,906	0,926	0,938	0,950	0,954	0,958	0,966	0,971	0,971	0,972
1 500	0,751	0,854	0,870	0,885	0,895	0,917	0,925	0,932	0,939	0,937	0,939
2 000	0,751	0,801	0,814	0,825	0,837	0,854	0,863	0,874	0,887	0,893	0,899
2 500	0,751	0,769	0,765	0,771	0,778	0,786	0,805	0,814	0,821	0,826	0,831
3 000	0,751	0,738	0,710	0,708	0,713	0,723	0,730	0,740	0,739	0,740	0,743
3 500	0,751	0,714	0,668	0,651	0,651	0,656	0,663	0,669	0,663	0,653	0,655
4 000	0,751	0,700	0,633	0,602	0,586	0,574	0,572	0,574	0,583	0,571	0,560
4 500	0,751	0,670	0,588	0,548	0,527	0,519	0,514	0,502	0,499	0,496	0,477
5 000	0,751	0,644	0,555	0,495	0,471	0,458	0,447	0,445	0,437	0,426	0,408
5 500	0,751	0,629	0,532	0,456	0,425	0,404	0,402	0,393	0,376	0,355	0,344
6 000	0,751	0,612	0,499	0,425	0,384	0,363	0,358	0,332	0,316	0,294	0,281
$P(B_t > B_{2015})$											
Prises	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	—	0,821	0,850	0,879	0,905	0,924	0,934	0,947	0,955	0,956	0,957
500	—	0,725	0,773	0,815	0,849	0,869	0,893	0,909	0,915	0,922	0,925
1 000	—	0,585	0,639	0,707	0,757	0,795	0,822	0,838	0,862	0,874	0,877
1 500	—	0,444	0,511	0,586	0,638	0,693	0,739	0,760	0,780	0,798	0,812
2 000	—	0,322	0,392	0,466	0,531	0,587	0,620	0,663	0,693	0,716	0,724
2 500	—	0,226	0,306	0,373	0,432	0,482	0,535	0,560	0,579	0,609	0,619
3 000	—	0,164	0,217	0,285	0,342	0,392	0,433	0,464	0,476	0,491	0,504
3 500	—	0,120	0,169	0,222	0,276	0,316	0,357	0,389	0,400	0,407	0,411
4 000	—	0,088	0,121	0,170	0,228	0,253	0,283	0,302	0,322	0,323	0,323
4 500	—	0,065	0,095	0,129	0,166	0,210	0,232	0,249	0,260	0,269	0,265
5 000	—	0,041	0,068	0,099	0,128	0,158	0,183	0,199	0,206	0,211	0,205
5 500	—	0,033	0,052	0,077	0,103	0,128	0,148	0,161	0,166	0,164	0,159
6 000	—	0,025	0,042	0,060	0,082	0,101	0,117	0,130	0,132	0,127	0,128

Sources d'incertitude

L'incertitude qui entoure les paramètres et les quantités de gestion estimés est expressément traitée par l'approche bayésienne; cependant, elle ne s'applique qu'aux hypothèses a priori et modélisées ainsi qu'aux pondérations appliquées aux différents ensembles de données. La crédibilité de la reconstitution du stock de sébastes à queue jaune découlant de la présente évaluation dépend en grande partie du degré auquel les indices relatifs tirés des relevés au chalut de fond sont, de façon linéaire, proportionnels à l'abondance. Les résultats du modèle étaient sensibles à l'inclusion du relevé de pêche à la crevette au chalut mené sur la côte ouest de l'île de Vancouver en tant qu'indice d'abondance, lequel a été exclu du scénario de référence. L'utilité des indices tirés des relevés peut être analysée sur la base de trois facteurs :

1. le sébaste à queue jaune est une espèce mobile formant des agrégations qui se répartit généralement au-dessus du fond et, par conséquent, qu'il n'est pas toujours possible de prélever au moyen de chaluts de fonds;
2. les erreurs relatives des relevés annuels effectués sont importantes, dépassent souvent 0,5 et pouvant atteindre jusqu'à 0,8 à 0,9;

3. chaque série de relevés au chalut de fond sur les poissons de fond est courte (pas plus de sept observations pour les relevés synoptiques) par rapport à l'histoire de la pêche et à la longévité du sébaste à queue jaune.

L'échelle absolue de la biomasse reconstituée n'est pas précise, principalement en raison de l'incertitude pesant sur les indices de biomasse tirés de relevés indépendants de la pêche, une incertitude qui a des répercussions sur la caractérisation de l'état du stock et du rendement à long terme attendu. L'échelle de la biomasse est également en partie déterminée par la mortalité naturelle, qui est un facteur clé dans le calcul des valeurs statistiques basées sur la PMS et une mesure de la productivité globale du stock. Une analyse de sensibilité pour la mortalité naturelle a illustré cet effet, tant sur l'échelle de la reconstitution que sur les estimations de données basées sur les valeurs B_{PMS} et B_0. Ces sensibilités doivent être prises en compte au moment d'interpréter et d'appliquer les résultats du modèle.

Les prévisions à long terme en ce qui a trait à la biomasse, notamment au-delà de cinq ans, deviennent de plus en plus précaires. L'une des raisons de cette situation est que les prévisions s'appuient de plus en plus sur les écarts de recrutement générés à partir des conditions de recrutement moyennes utilisant une erreur lognormale due au processus à mesure que la période de prévision s'allonge, au lieu d'utiliser des proportions de classes d'âge observées qui peuvent être le signe de périodes de recrutement faible (ou élevé). En outre, étant donné que les prévisions sont produites en utilisant une politique de prises annuelles constantes, aucun rajustement n'est apporté à la récolte en fonction des changements de l'état du stock, et il sera impossible d'exploiter les prochains relevés qui s'accumuleront ni les données structurées selon l'âge avant la prochaine évaluation. En pratique, des modifications importantes aux indices tirés des relevés pourraient permettre le lancement d'une intervention de gestion dans un horizon plus proche que celui de la période de prévision afin de répondre aux préoccupations liées aux stocks ou aux possibilités de prélèvements.

CONSIDÉRATIONS ÉCOSYSTÉMIQUES

En 2012, des mesures ont été prises pour réduire et gérer les prises accessoires de coraux et d'éponges dans les pêches au chalut de fond de la Colombie-Britannique. Voici quelques-unes de ces mesures, qui ont été élaborées conjointement par l'industrie et des organismes de protection de l'environnement non gouvernementaux : limitation de l'empreinte des activités de chalutage de fond; établissement d'une limite aux prises accessoires combinées de coraux et d'éponges à des fins de conservation; établissement d'un protocole en cas de rencontre de coraux et d'éponges pour chaque trait de chalut, lorsque les prises de ces organismes combinés dépassent 20 kg. Ces mesures ont été intégrées dans le Plan de gestion intégrée des pêches du poisson de fond du MPO pour la région du Pacifique (MPO 2014).

Les pêches intégrées au poisson de fond en C.-B. sont également assujetties aux mesures de gestion suivantes : surveillance en mer de 100 %; vérifications à quai de 100 %; responsabilisation des navires pour toutes les prises retenues et relâchées; quotas individuels transférables et réallocation de ces quotas entre les navires et les pêches afin de couvrir les prises d'espèces non ciblées (MPO 2014).

CONCLUSIONS ET AVIS

L'interprétation de l'état du stock de sébastes à queue jaune pouvant être tirée du scénario de référence (engin unique, indices provenant de six relevés sur le poisson de fond au moyen de chaluts de fond) est la suivante : il s'agit d'une population qui est passée d'un épuisement du stock reproducteur médian d'environ 0,7 à environ 0,49 de l'état non exploité au cours des huit dernières années, car une classe d'âge relativement importante de 2001 a été retirée par la

pêche et la mortalité naturelle (l'émigration n'est pas expressément prise en compte dans le modèle et apparaît comme une hausse de la mortalité naturelle). La biomasse du stock reproducteur estimée reste au-dessus des valeurs historiques les plus faibles observées en 1980 et en 1994, moments où l'épuisement médian était inférieur à $0,4B_0$. Les taux d'exploitation médians sont proches de 0,1 depuis 1990, la dernière année de la reconstitution affichant un taux u_{2014} de 0,10. Il est prévu que la population déclinera légèrement au cours des 10 prochaines années au niveau de prises actuel pour atteindre un épuisement médian d'environ $0,4B_0$. En ce qui concerne l'historique de cette pêche (1940-2015), il est estimé que la biomasse médiane du stock reproducteur est restée au-dessus du point de référence provisoire de $0,8B_{PMS}$.

Les avis concernant la gestion de cette espèce sont fournis sous forme de tables de décision. Les résultats rapportés dans ces tables sont fondés sur les hypothèses du modèle et sur l'application d'une politique de prises annuelles constantes sans autre intervention de gestion, au cours de la période de prévision, en réponse à des modifications à l'état du stock.

La surveillance des prises des pêches commerciales au poisson de fond est actuellement de grande qualité grâce à une surveillance en mer indépendante des pêches. Ces données sur les prises, combinées aux résultats continus des relevés indépendants de la pêche, nous confortent dans le fait que nous continuerons de surveiller ce stock au cours d'évaluations futures et que des mesures correctrices pourront être prises, s'il y a lieu.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion des 18 et 19 novembre 2014 sur l'Évaluation du stock du sébaste à queue jaune *(Sebastes flavidus)* en Colombie-Britannique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

MPO. 1999. Yellowtail Rockfish Direction des sciences du MPO – Rapport sur l'état des stocks A6-07 (1999). (Consulté le 13 janvier 2015).

MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution (dernière modification le 23 mai 2009, mais les chiffres ont changé depuis). (Consulté le 13 janvier 2015).

MPO. 2014. Région Pacifique, Plan de gestion intégrée des pêches du poisson de fond. En vigueur le 21 février 2014 (version 1.0). Pêches et Océans Canada. (Consulté le 13 janvier 2015).

Stanley, R. 1999. Shelf rockfish assessment for 1998 and recommended yield options for 1999. Sec. can. pour l'éval. des stocks. Doc. de rech. 1999/53. 57 p. (Consulté le 13 janvier 2015).

Stanley, R.D. et Haist, V. 1997. Shelf rockfish stock assessment for 1997 and recommended yield options for 1998. Sec. can. pour l'éval. des stocks. Doc. de rech. 1997/132. 76 p. (Consulté le 13 janvier 2015).

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Évaluation du stock de sébastes à queue jaune (*Sebastes flavidus*) pour le littoral de la Colombie-Britannique, au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/010.

Also available in English:

DFO. 2015. Yellowtail Rockfish (Sebastes Flavidus) Stock Assessment for the Coast of British Columbia, Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/010.